

Uso de Sistemas de Informação Geográfica para o Mapeamento de Áreas com Potencial de Aplicação da Magnesita Calcinada no Brasil, com Enfoque no Sudoeste de Goiás



ISSN 1517-2627

Dezembro, 2007

*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Centro Nacional de Pesquisa de Solos
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

Documentos 95

Uso de Sistemas de Informação Geográfica para o Mapeamento de Áreas com Potencial de Aplicação da Magnesita Calcinada no Brasil, com Enfoque no Sudoeste de Goiás

*Ana Paula Dias Turetta
Rachel Bardy Prado
Fabiano Carvalho Balieiro
José Carlos Polidoro
Vinicius Melo Benites
Carlos Eduardo Ferreira*

Embrapa Solos
Rio de Janeiro, RJ
2007

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Solos

Rua Jardim Botânico, 1.024 Jardim Botânico. Rio de Janeiro, RJ

Fone: (21) 2179-4500

Fax: (21) 2274.5291

Home page: www.cnps.embrapa.br

E-mail (sac): sac@cnps.embrapa.br

Comitê Local de Publicações

Presidente: Aluísio Granato de Andrade

Secretário-Executivo: Antônio Ramalho Filho

Membros: Marcelo Machado de Moraes, Jacqueline S. Rezende Mattos, Marie Elisabeth C. Claessen, José Coelho de A. Filho, Paulo Emílio F. da Motta, Vinícius de Melo Benites, Rachel Bardy Prado, Maria de Lourdes Mendonça Santos, Pedro Luiz de Freitas.

Supervisor editorial: *Jacqueline Silva Rezende Mattos*

Revisor de Português: *André Luiz da Silva Lopes*

Normalização bibliográfica: *Marcelo Machado Moraes*

Editoração eletrônica: *Pedro Coelho Mendes Jardim*

1ª edição

1ª impressão (2007): online

Todos os direitos reservados.

A reprodução não-autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

549.782

T935 Turetta, Ana Paula Dias.

Uso de sistemas de informação geográfica para o mapeamento de áreas com potencial de aplicação da magnesita calcinada no Brasil, com enfoque no Sudoeste de Goiás / Ana Paula Dias Turetta ...[et al.]. – Dados eletrônicos. — Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2007. (Documentos / Embrapa Solos, ISSN 1517-2627 ; 95)

Sistema requerido: Adobe Acrobat Reader.

Modo de acesso: <<http://www.cnps.embrapa.br/solosbr/conhecimentos.html>>

Título da página da Web (acesso em 10 set. 2007).

ISSN 1517-2627

1. Goiás. 2. Magnesita. 3. Mapa. 4. SIG. I. Prado, Rachel Bardy. II. Balieiro, Fabiano Carvalho. III. Polidoro, José Carlos. IV. Benites, Vinicius Melo. V. Ferreira, Carlos Eduardo. VI. Embrapa. VII. Título. VIII. Série.

Sumário

| | |
|---|----|
| Introdução | 11 |
| Material e Métodos | 12 |
| Mapeamento da extração de Ca e Mg no solo - Brasil e Sudoeste de Goiás | 13 |
| Mapeamento da disponibilidade de Ca e Mg no solo - Sudoeste de GO | 14 |
| Resultados e Discussões | 15 |
| Mapeamento da Extração de Ca e Mg no Solo | 15 |
| Brasil | 15 |
| Sudoeste de Goiás | 16 |
| Mapeamento da Disponibilidade de Ca e Mg no Solo no Sudoeste de Goiás | 16 |
| Conclusões | 20 |
| Referências Bibliográficas | 20 |
| Anexo I - Lista dos municípios e respectivos códigos | 23 |

Autores

Ana Paula Dias Turetta

Geógrafa, Pesquisadora A da Embrapa Solos. Rua Jardim Botânico, 1024. CEP: 22460-000. Rio de Janeiro, RJ. E-mail: anaturetta@cnps.embrapa.br

Rachel Bardy Prado

Bióloga, Pesquisadora A da Embrapa Solos.
E-mail: rachel@cnps.embrapa.br

Fabiano Carvalho Balieiro

Engenheiro Agrônomo, Pesquisador A da Embrapa Solos. E-mail: balieiro@cnps.embrapa.br

José Carlos Polidoro

Engenheiro Agrônomo, Pesquisador A da Embrapa Solos. E-mail: polidoro@cnps.embrapa.br

Vinicius Melo Benites

Engenheiro Agrônomo, Pesquisador A da Embrapa Solos. E-mail: vinicius@cnps.embrapa.br

Carlos Eduardo Ferreira

Estudante de Geografia UERJ e Estagiário da Embrapa Solos. E-mail: carlosed.gf@hotmail.com

Agradecimentos

À empresa MAGNESITA S/A pelo financiamento desse estudo e à Cooperativa Agroindustrial dos Produtores Rurais do Sudoeste Goiano (COMIGO) pelos dados de fertilidade do solo.

Apresentação

Embora os solos nativos da região do Cerrado possuam baixa fertilidade e elevada acidez, a aplicação de corretivos e fertilizantes tem alavancado a produtividade agrícola e o agronegócio no bioma.

O presente trabalho teve como objetivo estudar a variabilidade espacial da disponibilidade de Ca e Mg no Sudoeste Goiano de forma a otimizar a aplicação de Ca e Mg na região. Os dados de solos da Cooperativa Agroindustrial dos Produtores Rurais do Sudoeste Goiano (COMIGO) e que se referem aos anos de 2003 a 2006 passaram por análise de consistência e estatística considerando a textura média dos solos para cada município. O *software* ARCGIS 9.1 foi utilizado para a elaboração dos mapas de disponibilidade média de Ca + Mg e da relação Ca :Mg, utilizando como unidade de mapeamento os municípios do Sudoeste Goiano.

Os resultados mostraram que a textura tem forte relação com a disponibilidade de Ca + Mg e relação Ca:Mg dos solos. Houve tendência do oeste e norte da região estudada, de textura média a arenosa predominante possuírem disponibilidade muito baixa a média e relação $<3:1$. Os solos argilosos, posicionados na região central e leste da área, tenderam a apresentar disponibilidade adequada a alta e relação Ca:Mg de adequada a $>3:1$.

As ferramentas de geoprocessamento se mostraram eficazes para a manipulação, análise e apresentação dos dados. Os mapas gerados podem subsidiar políticas públicas de distribuição e recomendação de fontes comerciais e alternativas de corretivos para o Cerrado.

Celso Vainer Manzato
Chefe Geral da Embrapa Solos

Introdução

Os solos ácidos predominam em quase todas as regiões do Brasil, ocupando menores proporções nas regiões do semi-árido localizadas no Nordeste do país (OLMOS; CAMARGO, 1976). Em condições de elevada acidez e altos teores de alumínio, a correção do solo se faz necessária, visto que a maioria das culturas comerciais não tolera essas condições. Portanto o uso de corretivos passou a ser rotina em várias regiões agrícolas, tornando-se, talvez, a prática mais importante para alcançar elevadas produtividades (PRADO, 2003).

Para Poulisse (2003), nas próximas décadas, os principais fatores de transformação da produção agrícola estarão relacionados às mudanças nos hábitos alimentares e introdução de novas tecnologias agrícolas. Associada a esta transformação, surge a necessidade de exploração racional dos recursos naturais. Dessa nova concepção, surge um novo paradigma, que enfatiza os fatores bióticos da produção, como o uso eficiente de adubos e corretivos, a adaptação das plantas às limitações do solo, o aumento da atividade biológica e a otimização da ciclagem de nutrientes (SANCHEZ, 1997).

Para que o uso de insumos agrícolas seja otimizado e esteja em harmonia com a sustentabilidade ambiental é pertinente o conhecimento da distribuição espacial dos nutrientes no solo. Com esse conhecimento é possível planejar e gerir a distribuição desses insumos inibindo o avanço da degradação dos solos e permitindo que produtores menos favorecidos tenham sua produtividade incrementada. Para fornecer subsídios técnicos e científicos a essa abordagem, é importante o desenvolvimento de novas metodologias e utilização de novas ferramentas de análise e manipulação das informações.

Neste contexto, insere-se o uso de geotecnologias no mapeamento agrícola que permite, por exemplo, a identificação de áreas com maior ou menor demanda por cálcio e magnésio, o que resulta em benefícios econômicos e ambientais.

Um dos aspectos mais importantes do uso das geotecnologias é o potencial de um Sistema de Informação Geográfica (SIG) em facilitar a produção de

novas informações a partir de um banco de dados geográficos. Porém, o grande desafio da produção de novas informações em um SIG é a qualidade e a disponibilidade dos dados que caracterizam a base de dados a ser utilizada.

Este trabalho insere-se no projeto “Potencial de uso agrícola da Magnesita Calcinada”, uma cooperação técnico-financeira entre Embrapa Solos e a empresa MAGNESITA S/A, cujo objetivo geral é desenvolver tecnologias que orientem a aplicação do óxido de magnésio como fonte de Mg para a correção e, principalmente, para a adubação de solos.

Dentre as atividades previstas no projeto está o mapeamento digital de solos do Brasil, com ênfase no Sudoeste Goiano, por ser uma região de destaque no cenário do agronegócio nacional. O presente trabalho insere-se nesse contexto, com o objetivo de desenvolver tecnologias de mapeamento digital para apoio à tomada de decisão sobre as possíveis demandas do óxido de magnésio como fonte de Mg para a agropecuária brasileira.

Material e Métodos

O projeto está estruturado em dois níveis: Brasil e Sudoeste de Goiás (área de abrangência da Cooperativa Agroindustrial dos Produtores Rurais do Sudoeste Goiano - COMIGO) devido à relevância dessa região na produção de grãos no país.

A primeira etapa constou de um levantamento de dados e revisão bibliográfica, a fim de selecionar dados de interesse do projeto. Dentre as bases digitais, destacam-se:

- Base de dados de solos da Embrapa Solos (EMBRAPA SOLOS, 2006);
- Projeto Macrozoneamento Econômico-Ecológico (ZEE-Brasil) (Brasil, 2005);
- Produção Agrícola Municipal (PAM) do IBGE (2007);
- SIEG Goiás – Disponível em <http://www.sieg.go.gov.br>;
- CD SIG-Goiás (GOIÁS, 2003);
- Base de dados da COMIGO.

Para o mapeamento das informações de Ca e Mg do Brasil foi utilizado o banco de dados da Embrapa Solos que contém informações de 2.600 perfis de solos (8.500 horizontes), em diferentes localidades do país, resultado de levantamentos de solos realizados entre 1958 e 2001. Vale ressaltar que a maioria desses perfis não estavam georreferenciados. Nesse caso, os dados foram associados ao centróide do município, caracterizando dessa maneira a unidade espacial do dado.

Para o Sudoeste Goiano, foram utilizados também resultados das análises de fertilidade do solo analisadas no laboratório da COMIGO (Cooperativa que executa cerca de 10.000 análises por ano).

Em ambos os casos, foi feita uma análise de consistência dos dados, descondiderando-se os *outliers*. É importante citar que a distribuição espacial dos dados é muito heterogênea. Essa questão é bastante delicada e impossibilita, por exemplo, o uso da ferramenta de Geoestatística que seria bastante útil nesse tipo de projeto.

A projeção cartográfica utilizada em todos os mapas foi Policônica para os mapas do Brasil e UTM para os mapas do Sudoeste Goiano e datum WGS-84. O processamento foi realizado com o uso do programa ARCGIS 9.1 (ESRI, 2006).

Mapeamento da extração de Ca e Mg no solo – Brasil e Sudoeste de Goiás

A partir de levantamentos bibliográficos obteve-se valores de extração de Cálcio e Magnésio (YAMADA; LOPES, 1999) para as seguintes culturas: arroz, algodão, batata, café, cacau, cana, citros, feijão, fumo, mandioca, milho, soja, tomate e trigo.

A partir dos dados de Produção Agrícola Municipal (PAM) do IBGE para o ano de 2001, foi possível estimar a extração de Ca e Mg no Brasil pelas culturas supra citadas aplicando a equação:

$$3Q_i = P * T$$

Onde:

I = Cultura; Q = Quantidade total extraída (kg);

P = Produção (t); T = Teor médio de extração (kg/t).

Para o Sudoeste de Goiás foi possível gerar uma série temporal de 2003 a 2006 para as treze principais culturas presentes na região, utilizando também valores de extração de Cálcio e Magnésio a partir de Yamada e Lopes (1999).

Mapeamento da disponibilidade de Ca e Mg no solo – Sudoeste de Goiás

Foram utilizados resultados das análises de fertilidade do solo do ano de 2003 a 2006 analisadas no laboratório da COMIGO (Cooperativa Agroindustrial dos Produtores Rurais do Sudoeste Goiano, que executa cerca de 10.000 análises por ano) para se gerar uma média da disponibilidade de Ca e Mg para os municípios do Sudoeste de Goiás.

Para o mapeamento da soma de Ca e Mg, também foi considerada a textura dos solos, por esse ser uma propriedade que interfere significativamente na disponibilidade de nutrientes. A classificação textural foi aplicada a partir dos dados médios percentuais de areia, argila e silte por município do Sudoeste de Goiás. Nesta fase foi utilizada também a base de dados de solos da COMIGO, com dados referentes à disponibilidade de Ca e Mg obtidos a partir dos resultados das análises de fertilidade do solo analisadas em seu laboratório.

De posse dos dados de disponibilidade média de Ca e Mg e textura para cada município, tendo como base cartográfica a malha municipal (IBGE, 2001) foi possível associar ambas as informações. Para o mapa da soma de Ca e Mg associado aos diferentes grupamentos texturais, foram considerados os seguintes intervalos e classes (Tabela 1):

Tabela 1. Intervalos e classes de disponibilidade de Ca + Mg por grupamento textural.

| Grupamentos texturais | Argilosa | Média | Arenosa | Classes |
|-----------------------|-----------|-----------|-----------|-------------|
| Intervalos | <0,5 | < 1,0 | < 2,0 | Muito baixo |
| | 0,5 - 1 | 1,0 – 2,0 | 2,0 – 4,0 | Baixo |
| | 1,0 – 2,0 | 2,0 – 4,0 | 4,0 – 8,0 | Médio |
| | 2,0 – 4,0 | 4,0 – 8,0 | 8,0 - 12 | Alto |
| | > 4,0 | > 8,0 | > 12 | Muito Alto |

Os intervalos apresentados na tabela 1 foram definidos com base em manuais de recomendação de adubação de Ca e Mg.

Para o mapeamento da relação Ca e Mg foram gerados 3 intervalos associados às classes:

Relação menor que 3:1 ($< 2,8$) – Inadequada

Relação 3:1 ($2,8 - 3,2$) – Adequada

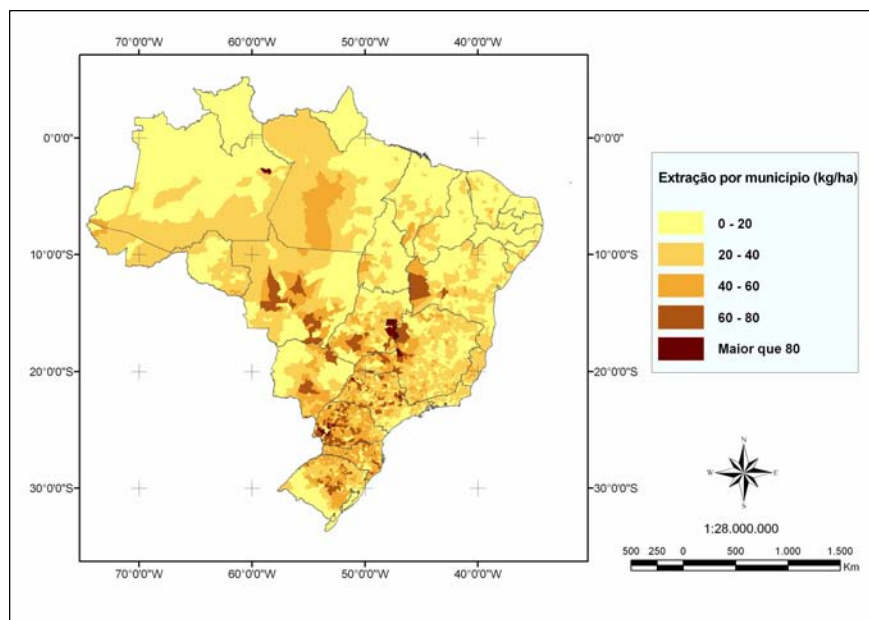
Relação maior que 3:1 ($> 3,2$) – Inadequada

Resultados e Discussões

Mapeamento da Extração de Ca e Mg no Solo

Brasil

A figura 1 apresenta o mapa mapas de extração de Ca e Mg para as 14 culturas no Brasil (Figura 1).



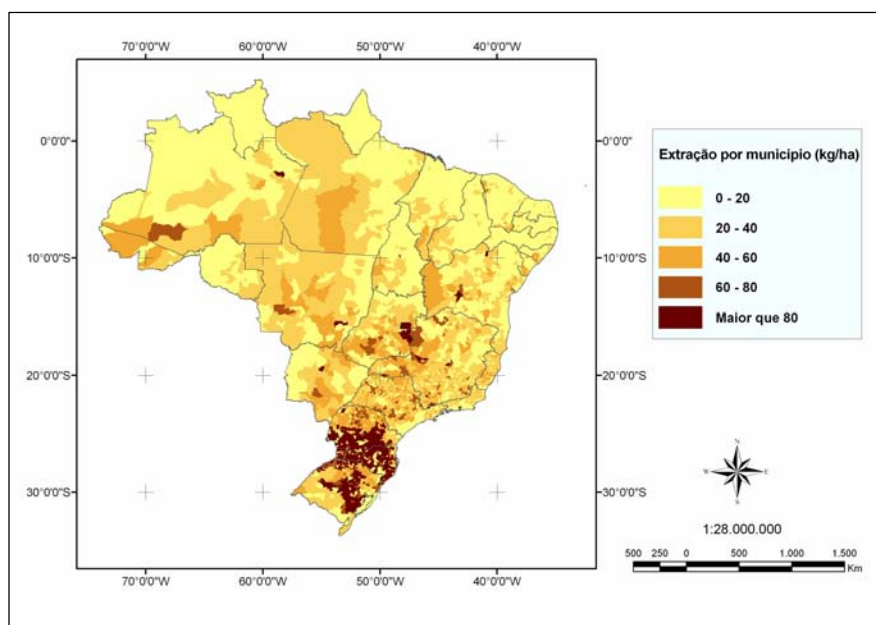


Fig. 1. Mapa de extração de Cálcio e Magnésio no Brasil considerando a produtividade agrícola (2001), respectivamente.

Sudoeste de Goiás

A Figura 2 apresenta a exportação de Mg e Ca, pelas culturas no Sudoeste Goiano. Verifica-se que a distribuição espacial das classes de Mg e Ca é muito semelhante e que os municípios que apresentaram teores de exportação pelas plantas classificados como alto, são aqueles que apresentaram nos anos de 2003 a 2006 maior produtividade, principalmente da soja.

Mapeamento da disponibilidade de Ca e Mg no solo no Sudoeste de Goiás

A figura 3 apresenta o mapa da associação da disponibilidade média de Ca + Mg com a textura por município, enquanto que a figura 4 apresenta o mapa da associação de Ca + Mg e textura de acordo com os intervalos de classes da tabela 1.

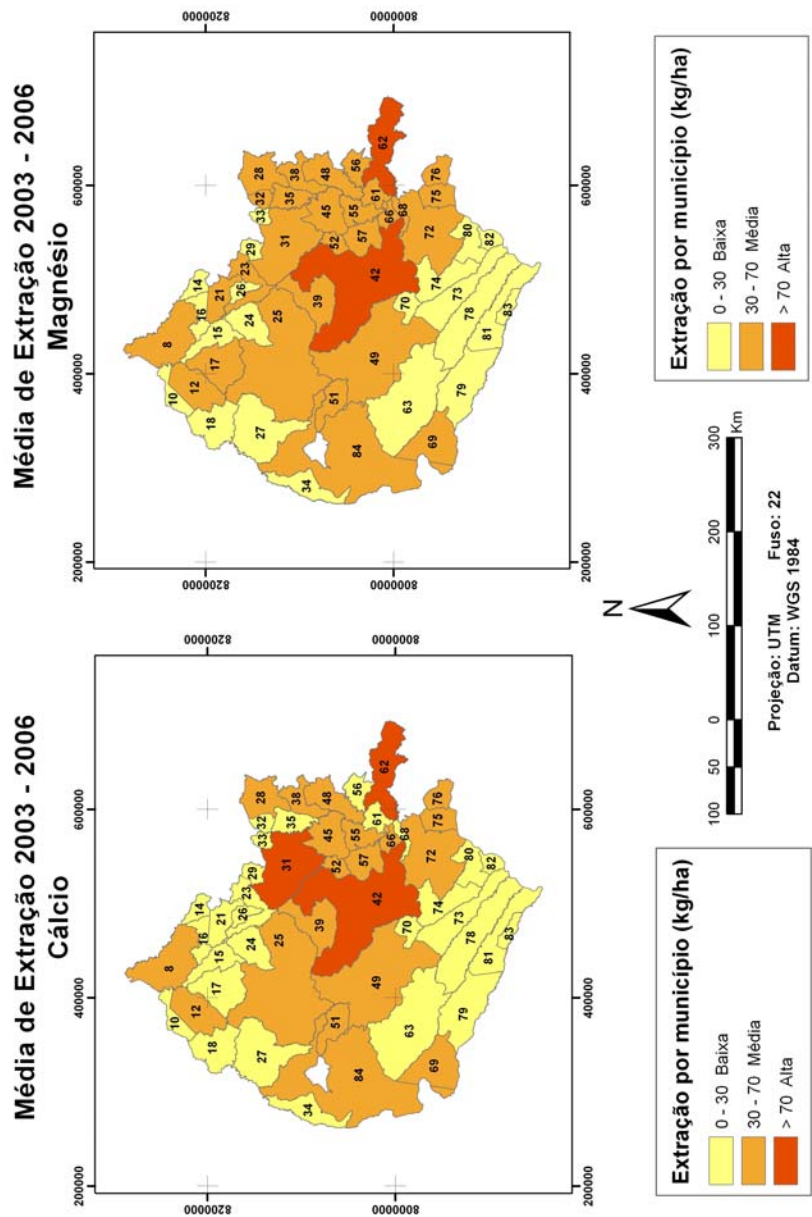


Fig. 2. Mapa das Médias de extração entre 2003 e 2006 nos municípios do Sudoeste Goiano.

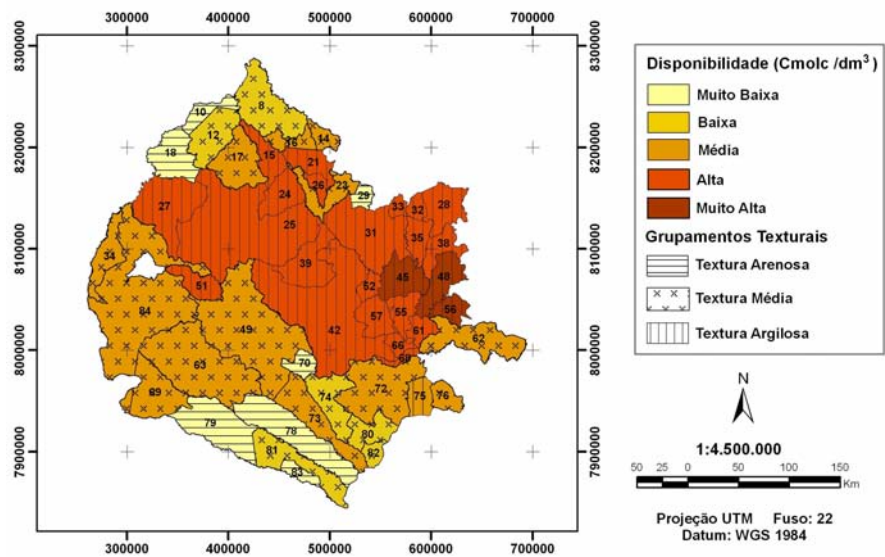


Fig. 3. Mapa da soma de Ca e Mg considerando o grupamento textural dos solos do Sudoeste Goiano

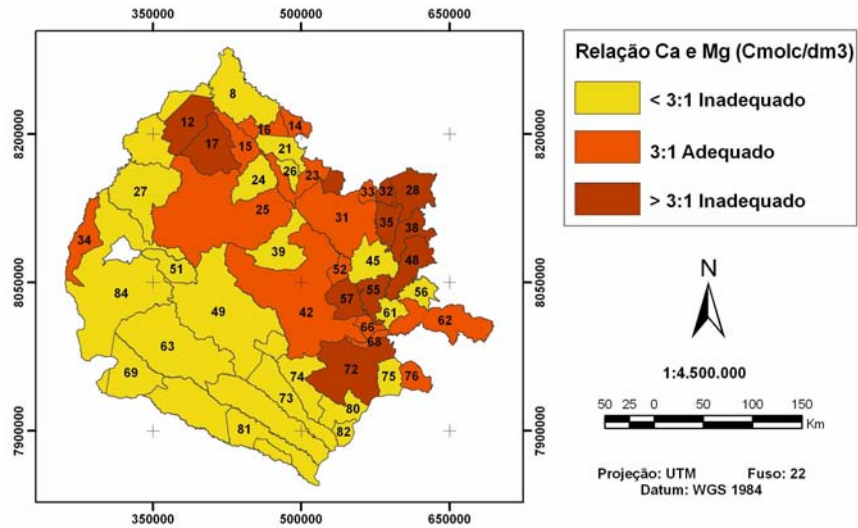


Fig. 4. Mapa da relação entre Ca e Mg nos solos do Sudoeste Goiano.

Os mapas da figura 1 demonstram maior extração tanto de Ca quanto de Mg nas regiões com maior produção agrícola. No entanto, a extração de Mg se mostra mais ativo na região sul do Brasil.

A relação Ca:Mg do Sudoeste de Goiás aponta para predominância de áreas com relação $< 3:1$. Embora solos de textura argilosa tendam a ter relação mais próxima da ideal, aqueles mais susceptíveis à degradação, de textura média e arenosa tenderam a possuir a relação predominante, $< 3:1$. Esses resultados são interessantes quando confrontados com o levantamento realizado por Lopes (1983). Baseado em 518 amostras de áreas sob vegetação natural do Cerrado (englobando boa parte da região avaliada nesse estudo) e considerando a mediana da distribuição de frequência dos teores de Ca e do Mg citada por Lopes (1983), pôde-se estimar a relação Ca:Mg dos solos nativos da região: 2,8. Embora essa relação estivesse dentro do que se preconiza como adequado, os teores foram reportados como extremamente baixos. Cerca de 76% do Ca e 90% do Mg trocáveis estavam abaixo dos valores de 0,4 e 0,5 cmolc dm^{-3} , respectivamente, de acordo ainda com Lopes (1983). Ou seja, pode-se inferir que mudanças no complexo sortivo dos solos da região do Sudoeste Goiano estão ocorrendo em função do uso de corretivos e fertilizantes. Essas mudanças poderiam ser agrupadas em dois grupos. O primeiro, que ocorre em quase metade da área estudada e se relaciona com solos arenosos e médios, nos quais o manejo dos insumos e da cultura culmina para um balanço mais negativo em termos de Ca (relação $< 3:1$) e o segundo, bastante representativo dos solos argilosos, com relação $> 3:1$ (região leste), com predominância de Ca no complexo sortivo. Para que sejam feitas inferências corretas quanto à causa para essa distribuição espacial, dados sobre a quantidade aplicada e a produtividade e exportação desses elementos pelas culturas da região seriam necessários, mas parece claro que a região oeste do mapa do Sudoeste de Goiás (Figura 4) necessita de mais corretivos à base de Ca e que nas áreas situadas a leste, de corretivos a base de Mg. O $MgSO_4$ e $MgCl$ são boas opções de corretivos mas, devido a seus custos elevados, faz-se necessário a busca de fontes alternativas com melhor custo X benefício. Neste sentido, o óxido de Mg apresenta-se como uma alternativa interessante para uso nos Cerrados, uma vez que é bastante solúvel em água e apresenta preço reduzido.

Conclusões

Os resultados mostraram que é preciso conhecer as características dos solos de cada região, chegando, se possível, à escala de propriedade e de talhões.

Também é importante acompanhar a variabilidade espacial e temporal da fertilidade em função das características dos solos, a fim de que se possa fazer uma recomendação mais adequada dos nutrientes, evitando desperdícios e aumentando a produtividade.

As ferramentas de geotecnologias utilizadas mostraram-se aptas a realizar análises robustas, devido à grande quantidade de dados e sobreposição de planos de informação, o que as caracterizam com um potencial elevado de utilização em trabalhos de planejamento ambiental.

Referências Bibliográficas

EMBRAPA SOLOS. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 2 ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306p.

ESRI. Arc GIS: the complete Geographic Information System. Disponível em: <<http://www.esri.com/software/arcgis/index.html>>. Acesso em: 30 nov. 2006.

IBGE. Departamento de Cartografia. **Malha municipal digital do Brasil: escala 1:2.500.000**. Rio de Janeiro: IBGE, 2001. 1 CD-ROM.

IBGE. [Online]. Sistema IBGE de recuperação automática (SIDRA): banco de dados agregado: produção agrícola municipal (PAM). Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br-bda/tabela/protabl.asp>>. Acesso em: 30 mar 2007.

LOPES, A.S. **Solos sob "Cerrado"**: características, propriedades e manejo. Piracicaba: Instituto da Potassa & Fosfato; Instituto Internacional da Potassa; 1983. 162p.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Projeto macro zoneamento ecológico econômico do Brasil – produto 1 – sistematização das informações. dez.2005 – versão 1.0 (1 CD-ROM).

OLMOS, J. I. L.; CAMARGO, M. N. Ocorrência de alumínio tóxico no solo do Brasil, sua caracterização e distribuição. **Ciência e Cultura**, São Paulo, v. 28,n. 2,p. 171-180, 1976.

POULISSE, J. Issues of sustainable agriculture in developing countries. In: Johnston, A. E. (Editor). **Feed the soil to feed the people: the role of potash in sustainable agriculture: invited papers**. Basel: International Potash Institute, 1, 49-69. 2003.

PRADO, R. M. A calagem e as propriedades físicas de solos tropicais: revisão de literatura. **Revista Biociências**, Taubaté, v.9, n.3, jul/set. 2003.

SANCHEZ, P. A. Changing tropical soil fertility paradigms: from Brazil to Africa and back. In: MONIZ, A.C.; FURLANI, A.M.C.; SCHAEFFERT, R.E.; FAGERIA, N.K.; ROSOLEM, C.A.; CANTARELLA, H. (Ed.) **Plant-soil interactions at low pH**. Viçosa, MG: Brazilian Soil Sci. Soc., 1997. pp. 19-28.

GOIÁS. Secretaria de Indústria e Comércio. Superintendência de Geologia e Mineração. **Diagnóstico Hidrogeológico da Região de Goiânia**. In: Secretaria de Indústria e Comércio. SIG - GOIÁS. Goiânia, 2003. 1 CD-ROM.

YAMADA. T.; LOPES. A. S. Balanço de nutrientes na agricultura brasileira. In: SIQUEIRA, J. O.; MOREIRA, F. M. S.; LOPES, A. S.; GUILHERME, L. R. G.; FAQUIN, V.; FURTINI NETO, A. E.; CARVALHO, J. G. (Ed.) **Inter-relação fertilidade, biologia do solo e nutrição de plantas**. Viçosa, MG: SBCS:UFLA: DCS, 1999. p.143-161.

ANEXO

Lista dos municípios e respectivos códigos

| Municípios | Código |
|------------------------|---------------|
| Acreúna | 48 |
| Amorinópolis | 26 |
| Aparecida do Rio Doce | 72 |
| Aporé | 80 |
| Aragarças | 10 |
| Arenópolis | 15 |
| Baliza | 18 |
| Bom Jardim de Goiás | 12 |
| Cachoeira Alta | 75 |
| Cachoeira de Goiás | 31 |
| Caçu | 74 |
| Caiapônia | 25 |
| Castelândia | 69 |
| Chapadão do Céu | 70 |
| Diorama | 16 |
| Doverlândia | 27 |
| Edéia | 49 |
| Goiatuba | 63 |
| Gouvelândia | 76 |
| Inaciolândia | 78 |
| Indiara | 39 |
| Iporá | 21 |
| Itajá | 82 |
| Itaruma | 79 |
| Ivolândia | 23 |
| Jandaia | 38 |
| Jataí | 51 |
| Jaupaci | 14 |
| Lagoa Santa | 83 |
| Maurilândia | 68 |
| Mineiros | 84 |
| Montes Claros de Goiás | 8 |
| Montividiu | 42 |
| Palestina de Goiás | 24 |
| Palmeiras de Goiás | 28 |
| Palminópolis | 33 |
| Paranaiguara | 81 |
| Paraúna | 32 |
| Perolândia | 52 |
| Piranhas | 17 |
| Porteirão | 62 |
| Quirinópolis | 73 |
| Rio Verde | 45 |
| Santa Helena de Goiás | 61 |
| Santa Rita do Araguaia | 35 |
| Santo Antônio da Barra | 55 |
| São João da Paraúna | 34 |
| São Simão | 83 |
| Serranópolis | 66 |
| Turvelândia | 56 |
| Vicentinópolis | 57 |



Solos